

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Gondwanostachyaceae (Equisetopsida) no Gondwana Sul-Brasileiro (Formação Rio Bonito) com Mega e Microflora Associadas

Margot Guerra-Sommer, Miriam Cazzulo-Klepzig, Marleni Marques Toigo

Pesquisas em Geociências, 22 (1/2): 64-73, maio/ago., 1996.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21237>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - maio/ago., 1996.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Gondwanostachyaceae (Equisetopsida) no Gondwana Sul-Brasileiro (Formação Rio Bonito) com Mega e Microflora Associadas

MARGOT GUERRA-SOMMER, MIRIAM CAZZULO-KLEPZIG E MARLENI MARQUES TOIGO

Instituto de Geociências/UFRGS, Caixa Postal 15001, CEP 90501-970, Porto Alegre - Brasil.

(Recebido em 31/10/95. Aceito para publicação em 22/05/96.)

Abstract - Sterile fragments in organic connection with fertile shoots, related to Equisetopsida are described from an anthracophytic plant association in Rio Bonito Formation (Lower Permian), Region Quitéria, Rio Grande do Sul State, Brazil. Vegetative remains of the form-genus *Phyllothea* Brongniart were connected with multiarticulate strobila. The structure and arrangement of sponrangiophores allowed the identification of the family Gondwanostachyaceae Meyen, 1967 and more precisely the type-species *Gondwanostachys australis* (Meyen, 1967). Spores "in situ" are related to *Calamospora* type. The megaflorea registered in the outcrop, besides Equisetopsida, is composed of folier organs (*Glossopteris*, *Gangamopteris*, *Rubidgea Cordaites*, *Rhodea*, *Buriadia*) and isolated reproductive structures (*Arberia*). A rich well preserved palynological assemblage ("spores dispersae") was identified at the same pelitic level. The association is represented mainly by Trilete spores, Monosaccites and Disaccites pollen grains and Algae.

Resumo - São detalhadas as características das estruturas reprodutivas de Equisetopsida procedentes de um nível pelítico associado a uma camada de carvão na área de Pântano Grande (Folha de Quitéria, Formação Rio Bonito, Artinskiano/Kunguriano) no Estado do Rio Grande do Sul. As partes vegetativas dessa planta, abundantes no nível estudado, são relacionadas ao gênero *Phyllothea* Brongniart 1828. Análises morfológicas detalhadas dos fragmentos férteis levaram ao reconhecimento da família Gondwanostachyaceae, e mais especificamente da espécie-tipo *Gondwanostachys australis* (Meyen, 1967). Os esporos "in situ" contidos nos esporângios são do tipo *Calamospora*. Compõem a megaflorea, além das articuladas, formas foliares relacionadas a *Glossopteris*, *Cordaites*, *Rhodea* e *Buriadia*, além de estruturas férteis relacionadas a *Arberiales*. Uma rica associação esporopolínica ("Sporae dispersae") foi identificada nesse mesmo nível. A associação é representada majoritariamente por esporos triletes, pólen monossacados, bissacados e algas.

INTRODUÇÃO

Ao se iniciarem no Brasil, durante o século XIX, os estudos referentes às paleofloras associadas a jazidas de carvão, são efetuadas as primeiras referências à presença de Equisetopsida (Hart, in Liais, 1872 e Arber, 1905).

Para o Rio Grande do Sul, a primeira citação de articuladas em sedimentos gondwânicos é efetuada por Lundqvist (1919) como *Schizoneura gondwanensis* Feistmantel. Barbosa (1958) cita *Phyllothea* sp. como elemento presente no Gondwana do Rio Grande do Sul, não sendo porém citada a fonte de informação em que se passou o registro. A presença do mesmo gênero é referida por Townrow (1955) para sedimentos permocarboníferos do Brasil, com base em Hirmer (1927).

A estruturação de um núcleo de Paleobotânica no Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na década de 70, levou à realização de estudos sistemáticos, paleoecológicos e fitoestratigráficos nas diferentes unidades litoestratigráficas do Gondwana sul-rio-grandense. Esses estudos revelaram que a taoflora associada à porção inferior da sequência sedimentar gondwanica no sul do Brasil (Grupo Itararé) é composta essencialmente por gimnospermas, constituindo-se as glossopterídeas no grupo dominante. Formas relictuais do Carbonífero são componentes importantes, como *Botrychiopsis plantiana* (Carruthers) Archangelsky & Arrondo enquanto que representantes de Pteridophyta são ausentes nessa megaflorea.

Em relação às microfloras identificadas na sequência, as associações palinológicas são compostas prioritariamente por grãos de pólen que dominam em relação aos esporos sugerindo também uma dominância de gimnospermas em relação às pteridófitas. Nas megafloras procedentes dos estratos basais da Formação Rio Bonito (Supergrupo Tubarão) evidencia-se um equilí-

brio entre *Botrychiopsis plantiana* e articuladas herbáceas (*Phyllothea* Brongniart) nos nichos higrófilos.

As associações megaflorestais procedentes de horizontes associados a camadas de carvão, sobrepostas aos níveis basais da Formação Rio Bonito, evidenciam uma importante modificação composicional pela presença de frondes filicóides (*Sphenopteris*, *Rhodea* e *Eupecopteris*) associadas a *Glossopteris* e *Cordaites*. Os nichos higrófilos nessas associações antracofílicas são dominados por articuladas herbáceas. Esses dados sugerem que o clima vigorante durante a deposição das turfeiras seria cíclico, porém ameno, não atingindo temperaturas inferiores a 0°C (Guerra-Sommer, 1989).

As associações esporopolínicas identificadas nas camadas de carvão são constituídas predominantemente por esporos triletes relacionados à Pteridophyta, sendo mais abundantes aqueles que indicariam a presença de Lycophyta e Filicophyta; em menor número são representados morfogêneros que corresponderiam à Equisetopsida. A presença de pólen de gimnospermas, *incertae sedis* e algas é registrada em menor proporção.

Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer (1983) fazem uma tentativa de reconstituição de *Phyllothea indica* Bunbury, 1861, com base em impressões de rizomas e partes aéreas vegetativas.

O registro de Equisetopsida arbustivas com estrutura reprodutiva preservada em conexão orgânica (Piccoli *et al.*, 1991) procedente de uma associação antracofílica em sequências da Formação Rio Bonito (Artinskiano-Kunguriano), na região de Pântano Grande (Fig. 1a-b), constituiu-se em evidência inédita em sedimentos gondwânicos brasileiros. A análise integrada das partes estéreis e férteis destas plantas e o estabelecimento das relações entre a mega e microfloras preservadas no nível estudado, constitui-se em objetivo deste trabalho.

cas (UTM) são: 6644230 e 3876692.

MATERIAL E MÉTODOS

A assembléia florística é composta por impressões (Schopf, 1975), resultantes de compressões cuja matéria orgânica foi degradada restando apenas vestígios de coloração mais escurecida em relação à rocha matriz. A tafocenose, formada prioritariamente por órgãos foliares, provém de um único horizonte, inferior a uma delgada camada de carvão, constituído de siltitos cinza escuros. Os dados quantitativos estabelecidos com relação à participação dos diferentes *taxa* foram obtidos pela contagem dos diversos morfogêneros da amostragem (60 espécimens) coletada ao acaso sempre no mesmo nível. Após a contagem simples foi efetuada a conversão em *taxa* percentuais. Para o estabelecimento de características genéricas e específicas foram considerados os parâmetros da morfologia externa, uma vez que a degradação das compressões impediu a identificação dos parâmetros anatômicos.

O material acha-se depositado no Laboratório de Paleobotânica do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da UFRGS, sob a sigla PB2858 até PB2888.

Na tentativa de recuperar os esporos contidos nos esporângios carbonificados, estes foram retirados da matriz com o auxílio de agulhas histológicas sob microscópio estereoscópico. Este material foi tratado através de maceração com ácido nítrico e clorato de potássio e lavado com água destilada, neutralizado com KOH e montado em lâmina e lâminula com Bálsamo do Canadá.

Para análise palinológica das "spores dispersae", as amostras foram coletadas nos mesmos níveis em que se encontram preservados os fragmentos da megafloresta. O material esporopolínico recuperado foi submetido em laboratório ao método de maceração, sendo confeccionadas as lâminas que se encontram depositadas na Palinoteca do Departamento de Palinologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, UFRGS, sob a numeração MP4257 até MP4261.

COMPOSIÇÃO DA MEGAFLORESTA

A tafoflora é composta por uma densa associação de compressão de folhas, frondes e estruturas reprodutivas com nítido predomínio de órgãos foliares em relação aos demais fragmentos.

As glossopterídeas dominam a associação, cujas folhas, pouco fragmentadas, apresentam grande homogeneidade estrutural, estando relacionadas a *Glossopteris browniana* Brongniart e *Glossopteris indica* Schimper. Formas relacionáveis e protoglossopterídeas (*Rubidgea* sp.) também ocorrem muito escassamente; folhas fragmentadas relacionadas a *Cordaites* sp. são elementos complementares.

As Equisetopsida constituem-se no segundo grupo em abundância na tafoflora representadas por fragmentos estéreis e férteis, às vezes em conexão orgânica. São registradas também na associação frondes muito delicadas, multipinadas,

caracterizadas como *Rhodea* sp., as quais, embora muito raras, estão muito bem preservadas.

Estruturas reprodutivas femininas multiovuladas ocorrem sempre isoladas, jamais em associação direta com folhas ou frondes e com padrões morfológicos muito homogêneos, caracterizando a espécie *Arberia minnasica* Rigby. Um fragmento de *Buriadia* sp. representando a porção terminal de ramificação terciária também foi registrado.

Todas as formas aqui citadas estão representadas em Piccoli *et al.*, 1991, Lâmina 3, a até h, e Lâmina 4, a até i. Dado o caráter inédito representado pela vinculação orgânica entre fragmentos estéreis e férteis de Equisetopsida, sua análise constitui-se em escopo do presente trabalho.

COMPOSIÇÃO DA MICROFLORA

Os dados obtidos através da análise palinológica qualitativa indicam uma associação esporopolínica bem preservada, com detalhes da exine identificáveis.

Os esporos triletes lisos, apiculados e cingulicavados constituem importantes elementos da associação microflore, juntamente com pólenes Monosaccites e Striatiti. Restos orgânicos representados por fragmentos de cutículas vegetais e traqueídeos também estão presentes.

Os principais gêneros de esporos triletes identificados, em ordem decrescente de frequência, foram *Lundbladisporella brasiliensis* (Marques-Toigo & Pons) Marques-Toigo & Picarelli, 1984, *Punctatisporites gretensis* forma *minor* Hart, 1965, *Leiotriletes virkkii* Tiwari, 1965, *Cyclogranisporites* sp., os quais, por sua afinidade botânica, de acordo com Azcuy (1978), podem ser relacionados à Pteridophyta, principalmente, Lycophyta e Filicophyta.

Granulatisporites sp., *Verrucosisorites* sp., *Lophotriletes rectus* Bharadwaj & Salujha, 1963, *Anapiculatisporites* sp., *Horriditriletes uruguiensis* (Marques-Toigo) Archangelsky & Gamero, 1979 ocorrem em menor proporção (10%), mas reforçam a presença de plantas do grupo das Filicophyta (Potonié & Kremp, 1956).

O gênero *Calamosporella* Schopf, Wilson & Bentall, 1944, único representante das Equisetopsida, é pouco frequente em relação aos outros grupos.

Os grãos de pólen monossacados encontram-se bem preservados representando uma vegetação do grupo das Pteridospermales, Cordaitales e Coniferales (Potonié, 1967). Os principais gêneros identificados foram *Potoniisporites methoris* (Hart) Foster, 1975, *P. brasiliensis* (Nahuys, Alpern e Ybert) Archangelsky & Gamero, 1979, *Caheniasaccites ovatus* (Bose & Kar) Archangelsky & Gamero, 1979, *Cannanopolis* sp., *Plicatipollenites gondwanensis* (Balme & Hennelly) Lele, 1964 e *P. korbaensis* (Bharadwaj & Tiwari) Foster, 1975.

Bissacados do tipo *Vesicaspora ovata* (Balme & Hennelly) Hart, 1960, *Scheuringipollenites medius* (Burjack) Dias-Fabrizio, 1981 são muito frequentes na associação e possuem afinidade botânica, de acordo com Gould e Delleprieve (1977), com as Glossopteridales.

Quanto ao grupo dos Striatiti, o mesmo está representa-

Lâmina 1

Gondwanostachys australis Meyen, 1967 emend.

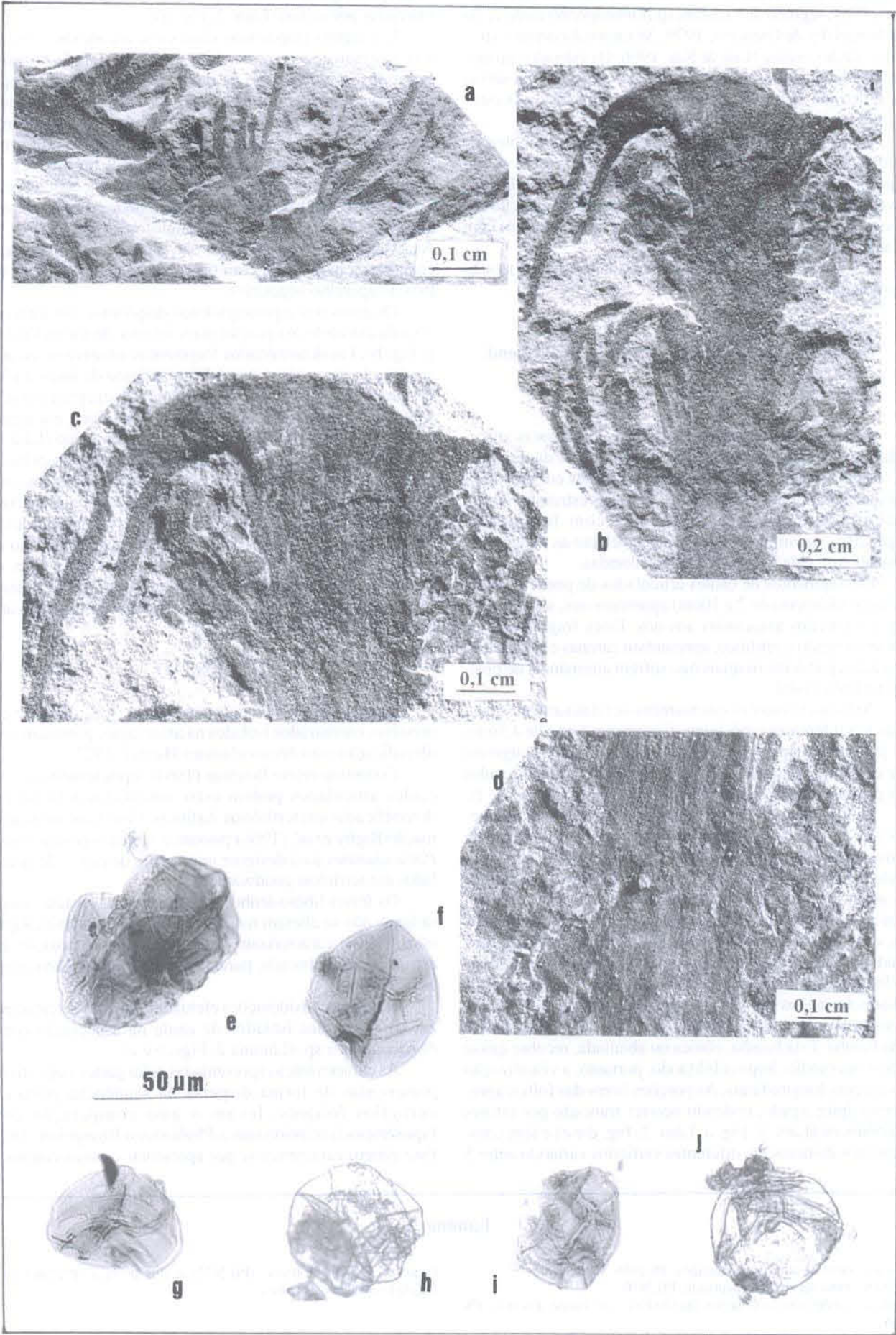
Figura a - verticilos foliares em perfil, PB 2867

Figura b - vista parcial de estróbilo; brácteas encurvadas, eixo único do esporangióforo, PB 2874

Figura c - detalhe da fig. b

Figura d - cicatriz no eixo central deixada no ponto de inserção do esporangióforo, PB 2874

Figuras e-j - *Calamosporella* Schopf, Wilson & Bentall, 1944.



do principalmente pelo gênero *Protohaploxylinus goraiensis* (Potonié & Lele) Hart, 1964, *P. amplus* (Balme & Hennelly) Hart, 1964, seguido de *Vittatina* sp., *Lunatisporites varius* sectus Archangelsky & Gamero, 1979, *Striatopodocarpites* sp. e *Fusacarpites ovatus* Bose & Kar, 1966. Os estriados no material estudado apresentam a região do corpo mal preservado, refletindo algum transporte antes da deposição. As estrias apresentam-se tênues e pouco distintas.

Com relação à proporção entre os grãos de pólen de gimnospermas e os esporos de pteridófitas, observa-se um equilíbrio entre os dois grupos. O gênero *Lundbladispora* (Lycophyta) ocorre com sobre-representação em relação aos demais esporos. Essa característica também é observada com relação aos pólenes de tipo *Vesicaspora*.

As formas mais representativas da associação estão reproduzidas na Lâmina 3.

EQUISETOPSIDA

Gondwanostachys australis (Brong.) 1928 emend.

Descrição

O material corresponde a fragmentos de plantas articuladas preservadas como impressões resultantes da degradação de compressões carbonificadas, dispersas em único horizonte síltico. A excelente preservação das estruturas férteis encontradas em conexão orgânica com fragmentos vegetativos permitiu com certeza estabelecer as relações de posição em "vida" das estruturas analisadas.

Os fragmentos de caules articulados de porte mais expressivo (diâmetro de 2 a 10cm) aparecem nus, sem evidência de verticilos associados aos nós. Estes fragmentos, de contorno rígido e retilíneo, apresentam carenas e sulcos longitudinais paralelos os quais não sofrem alternância de posição na linha nodal.

A distância entre os nós mantém-se relativamente constante nos diferentes espécimens ficando em torno de 4,5mm. Os parâmetros apresentados por estes fragmentos sugerem que estejam relacionados às porções mais basais dos caules das plantas que teriam porte arbustivo (Lâm. 2, Figs. c e f).

Fragmentos articulados, encurvados, robustos (diâmetro 1,5cm) ocorrem freqüentemente dispersos e devem corresponder ao primeiro nível de ramificação a partir do caule principal (Lâm. 2, Fig. b). Em determinados setores, no mesmo horizonte síltico, ocorrem concentrações de ramos articulados, mais delgados que os anteriormente descritos, com eixos secundários laterais que partem em ângulos agudos (Lâm. 2, Fig. a). Nestes ramos é possível observar, no local de ramificação terciária, a ocorrência de verticilos foliares formados por folhas uninérvias, alongadas, em número de 10 a 16 por verticilo e fusionadas na base formando uma bainha. Esta bainha, cônica ou abaulada, recobre quase todo o internódio, impossibilitando, portanto, a visualização das carenas longitudinais. As porções livres das folhas apresentam ápice agudo, podendo ocorrer truncado por fatores tafonômicos (Lâm. 1, Fig. a, Lâmina 2, Fig. d e e) e têm comprimentos distintos em diferentes verticilos variando entre 5

e 12mm. Observa-se, menos freqüentemente, verticilos em vista apical, quando se evidenciam as suturas entre as folhas, marcadas por sulcos (Lâm. 2, Fig. g).

Em alguns fragmentos observa-se a conexão entre eixos vegetativos e ramos férteis. Estes ramos formam estróbilos muito frouxos os quais apresentam estruturação internodal semelhante àquela dos ramos estéreis; os segmentos internodais têm um comprimento médio de 7 a 10mm e uma largura de 3mm, mantendo-se estas medidas uniformes em todos os segmentos analisados (Lâm. 1, Figs. b e c). As costulações do eixo são raramente visíveis, encobertas pelas brácteas, fundidas na parte basal, formando bainha convexa que serve de proteção aos esporangióforos (Lâm. 1, Fig. c). As extremidades das brácteas são alongadas, uninérvias e encurvadas para baixo com organização semelhante às folhas do aparelho vegetativo.

Os eixos dos esporangióforos dispõem-se em torno do eixo do estróbilo, na porção mais inferior do internó (Lâm. 1, Fig. b). Em determinados fragmentos, observa-se cicatrizes circulares no eixo, que indicam o ponto da inserção dos esporangióforos (Lâm. 1, Fig. d). Embora seja grande a densidade dos esporângios em cada esporangióforo, em alguns níveis do estróbilo pode-se observar o eixo único (Lâm. 1, Fig. b), o qual se ramifica originando estruturas peltadas portadoras de esporângios. Os esporos são isosporados, com forma originalmente esférica, apresentando pregas da exine de aspecto variado. A exine é lisa e fina; a marca trilete é bem visível medindo aproximadamente metade do raio do esporo. O diâmetro das formas varia entre 28 e 41µm, os esporos são do tipo *Calamospora* Schopf, Wilson & Bentall, 1944. Não foram observados elatérios, perispóreo, nem áreas de contato (Lâm. 1, Figs. e-j).

DISCUSSÃO

Os fragmentos de caule articulados, nus, de porte expressivo, encontrados isolados na associação, permitem uma identificação com *Mesocalamites* Hirmer, 1927.

Conforme refere Boureau (1964), tipos semelhantes de caules articulados podem estar vinculados a folhagens diversificadas em territórios distintos. Com base nessa afirmação Rigby *et al.* (1966) passam a referir o gênero-forma *Paracalamites* para designar impressões de caules de articuladas em território gondwânico.

Os feixes líbero-lenhosos, bem como as costelas longitudinais não se alteram na passagem do nó. Todavia, Rigby *et al.* (1966) caracterizam uma alternância de posição das estrias ao nível dos nós, para acomodar mudanças nas estrias.

Dadas as considerações efetuadas, decidiu-se caracterizar os espécimes isolados de caule na associação como *Paracalamites* sp. (Lâmina 2, Figs. b e c).

As características apresentadas pelas partes vegetativas, preservadas de forma dispersa na seqüência, portando verticilos foliares, levam a uma comparação com Equisetopsida relacionadas a *Phyllothea* Brongniart, 1928. Este gênero caracteriza-se por apresentar carenas contínuas

Lâmina 2

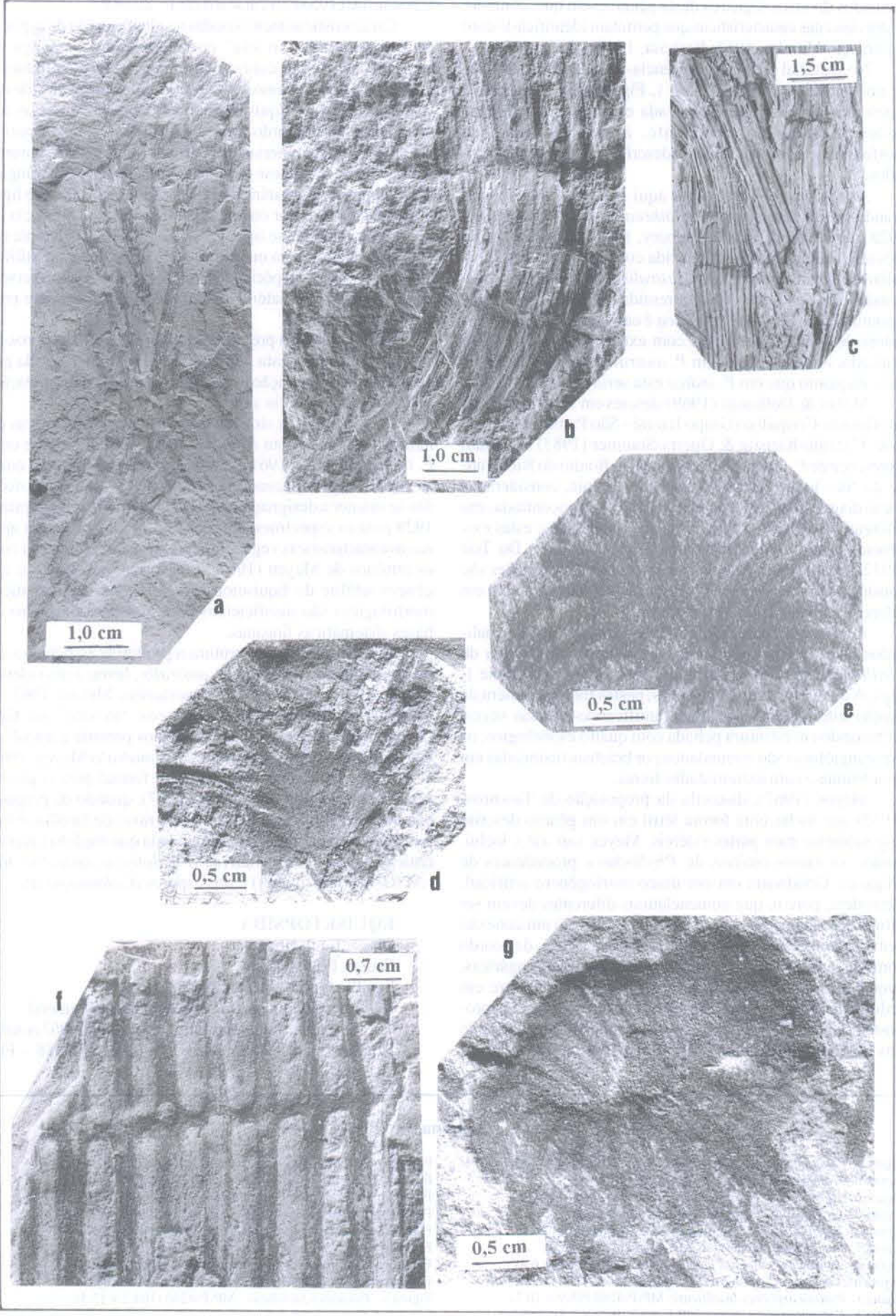
Figura a - nível de ramificação terciária, PB 3089

Figura b - ramo secundário encurvado, PB 2870

Figura c - caules com costulações longitudinais ao longo dos nós, PB 2866

Figura d - verticilos foliares - (PB 2872); e. (PB 2877); g. (PB 2863)

Figura f - detalhe da Figura c



ao longo dos nós e verticilos foliares unidos basalmente em bainha, cônica ou abaulada. Na Bacia do Paraná já foram efetuados diversos registros deste gênero, sem que, contudo, sejam descritas características que permitam identificá-lo com segurança (Mendes, 1952; Barbosa, 1958; Rigby, 1978).

No material estudado evidencia-se grande variabilidade de nos verticilos foliares (Lâm. 1, Fig. a, Lâm.2, Fig. g); a heteromorfia foliar aqui observada em fragmentos únicos poderia ter levado, realmente, à caracterização de morfoespécies distintas, quando descritas em fragmentos isolados.

As estruturas vegetativas aqui descritas evidenciam grande similaridade com *Phyllothea australis* Brongniart, 1928 e *Phyllothea indica* Bunbury, 1861. Essas duas espécies têm sua distinção estabelecida com base na morfologia foliar. Enquanto *Phyllothea australis* é descrita como possuindo folhas pequenas com extremidades livres (3 a 15mm) e pontiagudas, *Phyllothea indica* é caracterizada como portadora de folhas mais longas com extremos livres de ápice truncado. A bainha foliar em *P. australis* seria em forma de taça, enquanto que em *P. indica* esta seria cônica, frouxa.

Millan & Dollaniti (1969) descrevem *P. australis* na tafoflora de Cerquilho (Grupo Itararé - São Paulo); por outro lado, Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer (1983) registram a presença de *P. indica* na Formação Rio Bonito do Rio Grande do Sul. Estas características diferenciais, consideradas como diagnósticas por Townrow (1955), são encontradas em diferentes níveis dos fragmentos aqui analisados; estas evidências levam a concordar com Seward (1898) e Du Toit (1932), que sinonimizam as duas espécies. As variações são consideradas apenas gradacionais, passíveis de ocorrerem em diferentes níveis de uma só planta.

A estruturação dos ramos férteis do material aqui analisados leva a compará-los com a estrutura reprodutiva de *Phyllothea australis* descrita por Townrow (1955, Plate 1, Figs. A até E). Os esporangióforos, nestas formas, partem da porção inferior do internódio, ramificando-se duas vezes, terminando em estrutura peltada com quatro esporângios; os esporangióforos são circundados por brácteas fusionadas em uma bainha e com extremidades livres.

Meyen (1967), discorda da proposição de Townrow (1955) que inclui uma forma fértil em um gênero descrito originalmente para partes estéreis. Meyen (*op. cit.*), inclui, então, os ramos estéreis de *Phyllothea* procedentes de Angara e Gondwana em um único morfogênero artificial. Considera, porém, que nomenclaturas diferentes devem ser introduzidas quando os ramos férteis estiverem em conexão com os ramos estéreis. A família Tchernoviaceae, de acordo com Meyen (1967), corresponde às formas férteis angáricas, enquanto que a família Gondwanostachyaceae ocorre em sedimentos gondwânicos. Os novos gêneros e famílias propostos são caracterizados com base na morfologia e arranjo dos esporangióforos, nos estróbilos multiarticulados. É im-

portante ressaltar que Meyen (1967) caracteriza como espécie tipo de *Gondwanostachys*, a forma que serviu de holótipo a Townrow (1955) ao caracterizar *P. australis*.

Características mencionadas na identificação de esporos de Equisetopsida "in situ" correspondem à presença de elatérios e áreas de contato (Boureau, 1967). Entretanto, esporos de tipo *Calamospora* encontrados em cones de diversas espécies de Equisetopsida não apresentam essas características. De acordo com Godd (1965), esses esporos, quando "in situ", poderiam ter perdido seus elatérios durante o processo de diagênese durante a deiscência do esporângio; aparentemente, os elatérios não deixam uma cicatriz de ligamento no esporo. Por outro lado, a presença ou ausência de áreas de contato nesse tipo de esporo está possivelmente relacionada à ontogenia ou preservação e não pode ser utilizada para distinguir espécies de cones. Em esporos dispersos, por outro lado, os elatérios podem ser destruídos pelo processo de maceração.

Com relação ao pregueamento da exine dos esporos de tipo *Calamospora*, esta condição pode ter sido causada por problemas de dissecação do esporângio antes da fossilização, no caso de esporos "in situ".

Considerando a similaridade das partes vegetativas do material estudado com *P. australis* Brongniart, 1928 e com *P. indica* Bunbury, 1961 e a sinonímia já estabelecida entre as espécies, prevalecendo a designação *P. australis*, decidiu-se manter a designação *Phyllothea australis* Brongniart, 1928 para os espécimes aqui descritos que apresentam apenas as características vegetativas preservadas. De acordo com os critérios de Meyen (1967), esta forma constitui em um gênero satélite de Equisetopsida, pois suas características morfológicas são insuficientes para classificá-lo dentro de bases sistemáticas lineares.

A identificação da estrutura reprodutiva associada a estruturas vegetativas de tipo *P. australis*, levou a uma identificação com o gênero *Gondwanostachys* Meyen, 1967. O ineditismo do registro de esporos "in situ" do tipo *Calamospora*, resgatados dos esporângios permitiu a amplificação da diagnose de *Gondwanostachys australis* Meyen, 1967.

Pelo fato de que uma diagnose formal para o gênero não foi apresentada por Meyen (1967), quando da proposição da nova unidade taxonômica em nível de família, é formalizada aqui uma diagnose emendada que engloba características das partes vegetativas (*Phyllothea australis*), férteis (*Gondwanostachys*) e dos esporos (*Calamospora*).

EQUISETOPSIDA

Classe Equisetopsida

Ordem Equisetales

Família Gondwanostachyaceae

Gênero *Gondwanostachys* Meyen, 1967 emend.

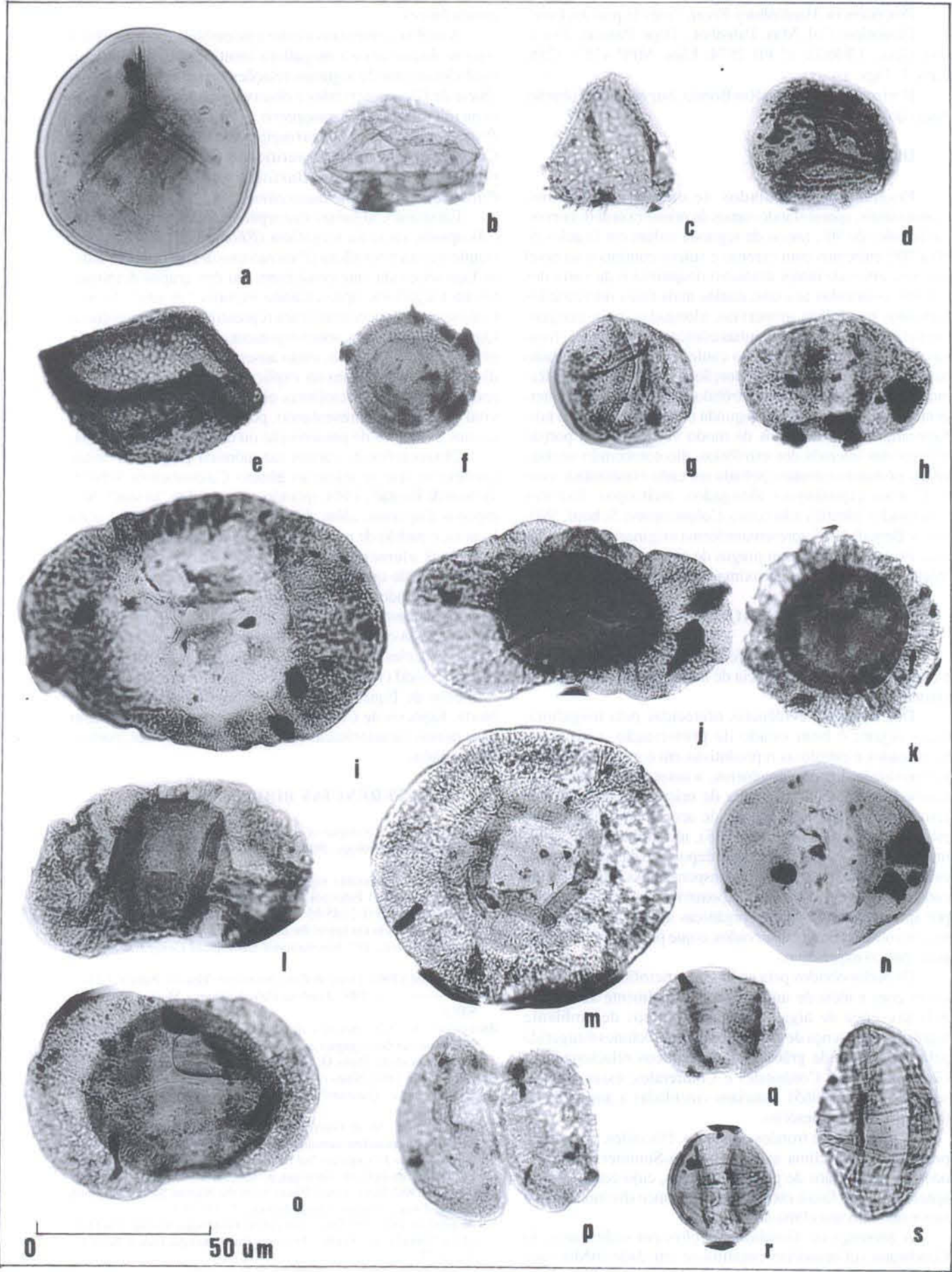
Gondwanostachys australis Meyen, 1967 emend.

Holótipo: Col. Mus. Nat. Hist., Paris, nº 3388 - Fig.

Lâmina 3

Figura a - *Punctatisporites gretensis* forma minor MP-P-4264 (100,9 × 14,1)
Figura b - *Calamospora* sp. MP-P-4264 (99,0 × 9)
Figura c - *Horriditrites uruguaensis* MP-P-4264 (109,1 × 9)
Figura d - *Cristatisporites* sp. MP-P-4268 (90,8 × 10,3)
Figura e - *Lundbladispore brasiliensis* MP-P-4268 (98,0 × 28,4)
Figura f - *Portallites gondwanensis* MP-P-4268 (101,9 × 10,9)
Figura g - *Schewingipollenites medius* MP-P-4264 (100,0 × 6,4)
Figura h - *Vesicaspore ovata* MP-P-4260 (92,8 × 8,7)
Figura i - *Potoniesporites brasiliensis* MP-P-4268 (95,9 × 10,3)
Figura j - *Caheniasaccites ovatus* MP-P-4268 (92,9 × 2,3)

Figura k - *Plicatipollenites korbaensis* MP-P-4264 (99,3 × 8,2)
Figura l - *Potoniesporites methoris* MP-P-4268 (85,4 × 11)
Figura m - *Plicatipollenites gondwanensis* MP-P-4268 (101,5 × 32,2)
Figura n - *Protophloxylinus goraiensis* MP-P-4264 (91,0 × 27,4)
Figura o - *Lunatisporites varisectus* MP-P-4268 (102,5 × 2,9)
Figura p - *Striatopodocarpites* sp MP-P-4268 (98,2 × 7,6)
Figura q - *Protophloxylinus amplus* MP-P-4260 (85,5 × 9)
Figura r - *Fusacolpites ovatus* MP-P-4268 (98,2 × 2,5)
Figura s - *Pakapites faciolatus* MP-P-4260 (104,2 × 13,5)



Townrow 1955, Plate 1, Figs. A-E

Horizonte: Carbonífero Superior

Procedência: Hankisbury River, "prés le port Jackson"

Plesiótipo: Col. Mus. Paleobot., Dept. Paleont. Estrat. Inst. Geoc. UFRGS, nº PB 2874, Lâm. MPP 4257, 4258, Lâm. 1, Figs. a-j

Horizonte: Formação Rio Bonito, Supergrupo Tubarão, Bacia do Paraná

Diagnose

Fragmentos articulados de caules ramificados, monopodiais, apresentando ramos de primeira ordem, curvos, em ângulos de 90°, ramos de segunda ordem em ângulos de 60 a 70°; entre nós com carenas e sulcos contínuos ao nível dos nós; eixos de maior diâmetro desprovidos de verticilos foliares associados aos nós; caules mais finos ou verticilos formados por folhas uninervias, alongadas, com margens paralelas e ápice agudo; bainhas cônicas ou abauladas, frouxas ou fortemente aderidas ao caule, originadas pela fusão basal das folhas em torno da porção inferior do internó. Ramos férteis organizados em estróbilos multiarticulados emergentes das ramificações de segunda ordem, ao nível dos nós. Esporangióforos dispostos de modo verticilado na porção inferior dos internós dos estróbilos, dicotomizando-se duas vezes, portando estrutura peltada em cada extremidade com 4 ou mais esporângios alongados, anátropos. Esporos isosporados identificado como *Calamospora* Schopf, Wilson & Bentall 1944 apresentam forma originariamente esférica, exine lisa e fina com pregas de aspecto variado, marca trilete visível medindo aproximadamente metade do raio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração dos dados fornecidos na análise da micro e megaflora levou a inferência de natureza paleoecológica e taxonômica.

Determinadas evidências oferecidas pela megaflora, quais sejam: o bom estado de preservação, com eixos ramificados e estruturas reprodutivas em conexão orgânica, a diversidade dos organogêneros, a heterogeneidade no tamanho dos fragmentos, a falta de orientação definida nos eixos longos, permitem inferir, de acordo com parâmetros estabelecidos por Krasilow (1975), um ambiente de águas muito calmas vigorante durante a deposição da oritocenose, evidenciando um transporte por suspensão. As Equisetopsida constituem-se em elementos hipoaútóctones na associação, por apresentarem conexões orgânicas a nível de segunda e terceira ordem, ainda preservados, o que pressupõe um transporte pouco expressivo.

Os dados obtidos pela análise da microflora são consistentes com a idéia de uma origem parcialmente autóctone, pela presença de algas e vegetais típicos de ambiente higrófilo; a presença de elementos hipoaútóctones é sugerida pela ocorrência de grãos gimnospérmicos relacionados a Glossopteridales, Cordaitales e Coniferales; essas plantas, segundo Remy (1965), estariam vinculadas a ambiente de tipo higrófilo até mesófilo.

A presença de frondes delicadas, filicíides, sugerem a presença de um clima ameno (Guerra-Sommer, 1989). A ocorrência de grãos de pólen estriados, cujo corpo central apresenta exine fina e estrias tênues e pouco distintas, leva a supor também um clima ameno.

A presença de *Gondwanostochys* em sedimentos do Gondwana sul-brasileiro constitui-se em dado inédito que

vem reforçar a hipótese de Meyen (1967) de que essa família de plantas articuladas ocorreria restrita a sedimentos gondwânicos.

A análise comparativa entre a assembléia esporopolínica (spora dispersae) e a megaflora identificadas possibilita o estabelecimento de algumas relações taxonômicas. A ocorrência de Glossopteridales é observada tanto na mega quanto na microflora (*Gangamopteris*, *Glossopteris*, *Rubidgea* × *Protohaploxypinus*, *Scheuringipollenites*). Em relação às Cordaitales e Coniferales verifica-se também uma correspondência (*Cordaitea*, *Buriadia* × *Cannanoropollis*, *Plicatipollenites*, *Caheniasaccites*).

Entretanto, algumas discrepâncias são observadas: as Filicopsida, raras na megaflora (*Rhodesia* sp.), são bastante frequentes na microflora (*Punctatisporites*). Por outro lado, as Equisetopsida, que constituem um dos grupos dominantes da megaflora, apresentando esporos "in situ" do tipo *Calamospora*, encontram fraca representação na microflora. Quanto às Lycophyta, sobre-representadas na microflora pelo gênero *Lundbladispora*, estão ausentes na megaflora. Estas discrepâncias poderiam ser explicadas por representarem os restos de mega e microfloras em diferentes fases do ciclo vital das plantas, apresentando, portanto, espectros diferentes nos processos de preservação ou dispersão diferenciada.

Observações de caráter taxonômico podem ser feitas também no que se refere ao gênero *Calamospora* Schopf, Wilson & Bentall, 1944, quando encontrados "in situ". Nos esporos dispersos, além das características dos raios e da laesura, o padrão de pregueamento da exine é utilizado como principal elemento na determinação de espécies. A constatação de que, nos esporos "in situ" de tipo *Calamospora* recuperados de *Gondwanostachys australis*, o padrão de pregueamento é variável (Lâm. 2, Figs. e-j), leva a concluir que esta característica não deve ser utilizada para distinguir espécies. Observações desta natureza são feitas também por Godd (1975) para esporos "in situ" encontrados em estróbilos de Equisetopsida do Carbonífero do Hemisfério Norte. Espécies de *Calamospora* determinadas apenas com base nessas características morfológicas devem ser, portanto, revisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arber, A.N. 1905. *Catalogue of the fossil Plants of Glossopteris Flora*. Department of Geology, British Museum (Natural History), London. 255p.
- Azcuy, C.L. 1978. Posible significado paleoecológico de microfloras Gondwânicas del Paleozóico superior, especialmente argentinas. *Ameghiniana*, 15 (1-2):85-95.
- Barbosa, C. 1958. On the age of the Lower Gondwana Floras in Brazil and Abroad. *Annals, 20th International Geological Congress*, Mexico, p.206-236.
- Boureau, E.(ed.) 1964. *Traité de Paleobotanique*. Masson, Paris, V.3, 554 p.
- 1967. *Traité de Paleobotanique*. Masson, Paris, V.2, 845 p.
- Brongniart, A. 1828. *Histoire des Végétaux Fossiles ou Recherches Botaniques et Géologiques sur les Végétaux Renfermés dans diverses couches du globe*. Paris, G. Duffon & Ed. D'Ocagne. 2v.
- Bunbury, C.J.F. 1861. Notes on a collection of fossil plants from Nagpur, Central India. *Quarterly Journal Geological Society London*, 17:325-346.
- Cazzulo-Klepzig, M. & Guerra-Sommer, M. 1983a. O morfogênero *Phyllothea* em sedimentos da Formação Rio Bonito no Rio Grande do Sul. *Anais do 1º Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia*, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, p.160-169.
- Du Toit, A. 1932. Some Fossil Plants from the Karroo System of South Africa. *Annals of South Africa Museum*, 27:370-393.
- Feismantel, O. 1880. The Fossil Flora of the Gondwana System. The Flora of the Damuda and Panchet divisions. *Paleontologia Indica, Série 12*, 3(2):1-77.

- Good, C.V. 1975. Pennsylvanian age calamitean cones, elater-bearing spores and associated vegetative organs. *Palaeontographica, B*, 153:28-99.
- Gould, R.G. & Delevoryas, T. 1977. The biology of *Glossopteris*: evidence from petrified seed-bearing and pollen-bearing organs. *Alcheringia*, 1:387-399.
- Guerra-Sommer, M. 1988. *Padrões epidérmicos da "Flora Glossopteris" na Jazida do Faxinal (Formação Rio Bonito, Kunguriano, RS), implicações taxonômicas, bioestratigráficas e paleogeográficas*. Porto Alegre: Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. 373 p.
- . 1989. Megafloras ocorrentes em horizontes associados a carvão no Rio Grande do Sul. *Acta Geologica Leopoldensia*, 29(12):93-122.
- Hart, C.F. 1870. *Geology and Physical Geography of Brazil Fields*. Boston, Osgood & Co. 649 p.
- Krassilow, V.A. 1975. *Palaeoecology of terrestrial plants: basic principles and techniques*. Wiley, N.Y. and London. 283 p.
- Liais, E. 1872. *Climats, Géologie, Faune et Géographie Botanique du Brésil*. Paris, Carnier. 640p.
- Lundquist, G. 1919. Fossile Pflanzen der *Glossopteris* Flora aus Brasilien. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens handlingar*, 60(3):1-36.
- Marques-Toigo, M. & Correa da Silva, Z.C. 1984. On the origin of Gondwanic South Brazilian Coal Measures. *Comunicação ao Serviço Geológico de Portugal*, 70(2):151-160.
- Mendes, J.C. 1952. The Gondwana Formations of Southern Brazil: some of their stratigraphical problems with emphasis on the Fossil Flora. *The Paleobotanist*, 1:335-345.
- Meyen, S.V. 1967. New data on Relationship Between Angara Flora and Gondwana Late Paleozoic Floras. *Iugs Symposium*, Buenos Aires, p.144-152.
- Millan, J.H. & Dolianiti, E. 1979. Esfenófitas do Eogondwana de Cerquilho, SP, Bacia do Paraná 3, Gênero *Phyllothea*. *Bol. Asociación Latinoamericana de Paleobotánica e Palinología*, 6:1-4.
- Piccoli, A.C.M.; Menegat, R.; Guerra-Sommer, M.; Marques-Toigo, M. & Porcher, C. 1990. Faciologia da Sequência Sedimentar nas Folhas de Quitéria e Várzea do Capivarita, Rio Grande do Sul. *Pesquisas*, 18(1):31-43.
- Potonié, R. 1967. New phylogenetic facts on fossil spores. *Review Palaeobotany and Palynology*, 1:75-82.
- & Kremp, W. 1956. Die Spores dispersae des Ruhrkarbons, ihre Morphographie und Stratigraphie mit Ausblicken auf Arten anderer Gebiete und Zeitabschnitte. Teil III. *Palaeontographica, B*, 100B(4/6):85-191.
- Remy, Y. 1975. The floral changes at the Carboniferous-Permian boundary in Europe and North America. *The age of the Dunkard, I. I.C. White Memorial Symposium*, Morgantown, Virginia, p.305-343.
- Rigby, J.F. & Shopf, J.M. 1967. Stratigraphic implications of Antarctic Paleobotanical Studies. *Annals, I Symposium Gondwana Stratigraphy*, Buenos Aires, 2:91-106.
- . 1978. Permian Glossopterid and other Cycadopsid Frutifications from Queensland. *Palaeontological Papers*, 367(41):1-21.
- Schopf, J.M. 1975. Modes of fossil preservation. *Review of Paleobotany and Palynology*, 20:27-53.
- ; Wilson, R.L. & Bentall, R. 1944. An annotated synopsis of palaeozoic fossil spores and the definition of generic groups. *Illinois Geological Survey, Rept. Invest.*, 91. 72p.
- Seward, A.C. 1898-1919. *Fossil Plants*. Cambridge University Press, Cambridge, 4 V.
- Townrow, J.A. 1955. On some species of *Phyllothea*. *Journal & Proceedings of Royal Society New South Wales*, 89:39-63.
- Zalessky, M.D. 1927. Flore Permienne des Limites Ouraliennes de L'Angaride. *Comité Russe Géol. Mem.*, 176: 1-52, est. 1-46.